



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 100 55 404 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 02 J 17/00

⑳ Aktenzeichen: 100 55 404.0
㉔ Anmeldetag: 9. 11. 2000
㉕ Offenlegungstag: 13. 9. 2001

DE 100 55 404 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
100 11 501. 2 09. 03. 2000

⑦① Anmelder:
ABB Research Ltd., Zürich, CH

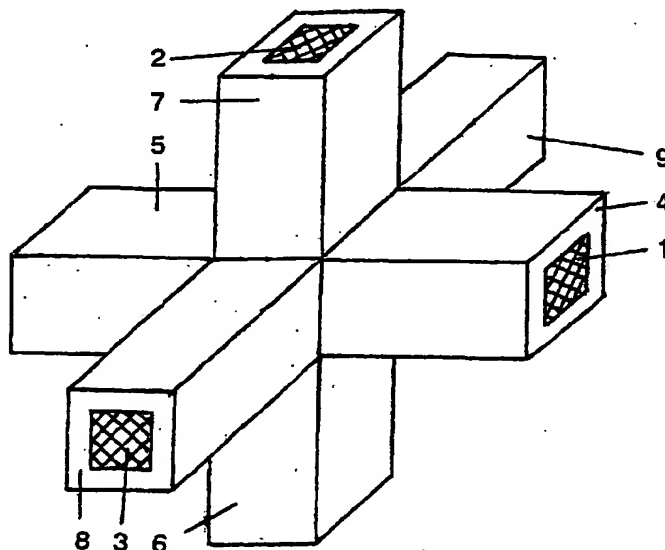
⑦④ Vertreter:
Miller, T., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 64668 Rimbach

⑦② Erfinder:
Scheible, Guntram, Dr.-Ing., 69493 Hirschberg, DE;
Garrels, Kai, Dipl.-Ing., 68239 Mannheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld

⑤⑦ Es wird eine Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld vorgeschlagen, gekennzeichnet durch eine dreidimensionale Wicklungsanordnung, gebildet aus einem zentralen Kern (1, 2, 3, 22) aus einem magnetisch wirksamen Material, auf welchem mindestens drei Wicklungen (4 bis 9, 23 bis 25) aufgebracht sind, deren Wicklungsachsen jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet sind und sich in einem gemeinsamen Punkt schneiden. Jede der mindestens drei Wicklungen (4 bis 9, 23 bis 25) ist mit einem Gleichrichter (13, 14, 15, 20/21) verbunden. Jede der mindestens drei Wicklungen (4 bis 9, 23 bis 25) ist vorzugsweise mit einem Resonanzkondensator (10, 11, 12) zu einem Resonanzkreis verschaltet.



DE 100 55 404 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld. Die Erfindung kann beispielsweise zur Energieeinspeisung von Sensoren verwendet werden.

Aus der DE 39 22 556 C3 ist eine Anordnung zur kontaktlosen Energie- und Sensorsignalübertragung mit einem HF-Sender zum Aufbau eines unmodulierten magnetischen Hochfrequenzfeldes über eine Sendespule bekannt, bei der ein Transponder das hochfrequente Magnetfeld aufnimmt und zu seiner Energieversorgung heranzieht. Mit der aus dem magnetischen Feld gewonnenen Versorgungsenergie werden Sensor und Transponder versorgt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine sehr wirksame Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld anzugeben.

Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die dreidimensionale Wicklungsanordnung keine spezielle Ausrichtung in Abhängigkeit eines zur Energiespeisung herangezogenen Magnetfeldes erfordert. Die dreidimensionale Wicklungsanordnung ist vielmehr stets in allen möglichen Positionen "automatisch" optimal bezüglich des Magnetfeldes ausgerichtet, was einen optimalen Empfang und eine optimale energetische Ausnutzung ermöglicht.

Die vorgeschlagene dreidimensionale Wicklungsanordnung ist insbesondere geeignet für eine in der DE 199 26 799 A1 vorgeschlagene Anordnung zur drahtlosen Versorgung einer Vielzahl Sensoren mit elektrischer Energie unter Einsatz mindestens einer von einem mittelfrequenten Oszillator gespeisten Primärwicklung (Primärspule, Sendespule), wobei jeder Sensor mindestens eine zur Energieaufnahme aus einem mittelfrequenten Magnetfeld (Bereich von etwa 15 kHz bis etwa 15 MHz) geeignete Sekundärwicklung (Sekundärspule, Empfangsspule) aufweist. Die dort erforderlichen Sekundärwicklungen können sehr gut durch die vorgeschlagene dreidimensionale Wicklungsanordnung realisiert werden. Der Vorteil der stets "automatisch" optimalen Ausrichtung bezüglich des Magnetfeldes ist insbesondere bei an beweglichen Maschinenkomponenten montierten Sensoren (Näherungssensoren) bedeutsam.

Weitere Vorteile sind aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer dreidimensionalen Wicklungsanordnung,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer dreidimensionalen Wicklungsanordnung,

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform einer dreidimensionalen Wicklungsanordnung,

Fig. 4 eine erste Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld,

Fig. 5 eine zweite Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld,

Fig. 6 eine dritte Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld,

Fig. 7 eine vierte Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld,

Fig. 8 eine fünfte Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld.

In **Fig. 1** ist eine erste Ausführungsform einer dreidimensionalen Wicklungsanordnung dargestellt. Es ist ein symmetrisch aufgebauter Kern aus drei zueinander jeweils rechtwinklig angeordneten Schenkeln 1, 2, 3 zu erkennen, wobei sich die Längsachsen der drei Schenkel 1, 2, 3 in einem zentralen Punkt des Kerns schneiden und auf jedem Schenkel 1 bzw. 2 bzw. 3 zwei Wicklungen 4, 5 bzw. 6, 7 bzw. 8, 9 symmetrisch zum zentralen Schnittpunkt aufgebracht sind. Demzufolge sind die Wicklungsachsen der Wicklungen 4 bis 9 jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet und schneiden sich in einem Punkt, der gleichzeitig zentraler Punkt des Kerns ist. Der Kern ist aus einem magnetisch wirksamen Material gebildet.

In **Fig. 2** ist eine zweite Ausführungsform einer dreidimensionalen Wicklungsanordnung dargestellt. Es ist ein unsymmetrisch aufgebauter Kern aus drei zueinander jeweils rechtwinklig angeordneten Schenkeln 1, 2, 3 zu erkennen, wobei sich die Längsachsen der drei Schenkel 1, 2, 3 in einem randseitigen Punkt des Kerns schneiden und auf jedem Schenkel 1 bzw. 2 bzw. 3 eine Wicklung 4 bzw. 7 bzw. 8 aufgebracht ist. Die Wicklungsachsen der Wicklungen 4, 7, 8 sind jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet und schneiden sich in einem Punkt, der gleichzeitig der vorstehend erwähnte randseitige Punkt des Kerns ist.

In **Fig. 3** ist eine dritte Ausführungsform einer dreidimensionalen Wicklungsanordnung dargestellt. Es ist ein kubusförmiger Kern 22 zu erkennen, auf den drei Wicklungen 23, 24, 25 aufgebracht sind. Die Wicklungsachsen der Wicklungen 23 bis 25 sind jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet und schneiden sich in einem zentralen Punkt des Kerns 22. Der Vorteil dieser Ausführungsform liegt in der einfachen und kostengünstigen Herstellbarkeit. Zur Aufnahme der Wicklungen 23 bis 25 kann der Kern 22 mit entsprechenden Nuten versehen sein, es ist jedoch auch möglich, die Wicklungen 23 bis 25 direkt auf den Kern 22 aufzubringen.

Selbstverständlich ist auch eine kugelförmige Ausbildung des Kerns realisierbar.

In **Fig. 4** ist eine erste Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld dargestellt. Dabei wird beispielhaft eine Ausführungsform der dreidimensionalen Wicklungsanordnung gemäß **Fig. 1** angenommen, eine Realisierung der weiteren Ausführungsformen der Wicklungsanordnungen gemäß den **Fig. 2** und **3** ist jedoch ebenfalls möglich. Es ist ein Gleichrichter 13 zu erkennen, dessen Wechselanschlüsse mit einer Serienschaltung der beiden Wicklungen 4, 5 mit einem Resonanzkondensator 10 verbunden sind (Serien-Resonanzkreise). In gleicher Weise liegt an den Wechselanschlüssen eines Gleichrichters 14 die Serienschaltung der beiden Wicklungen 6, 7 mit einem Resonanzkondensator 11 bzw. an den Wechselanschlüssen eines Gleichrichters 15 die Serienschaltung der beiden Wicklungen 8, 9 mit einem Resonanzkondensator 12. Die Gleichrichter 13, 14, 15 sind jeweils in Brückenschaltung unter Verwendung von vier Halbleiterbauelementen gebildet (Brücken-Gleichrichter). Zwischen den Gleichanschlüssen eines jeden Gleichrichters 13 bzw. 14 bzw. 15 ist ein Stützkondensator 16 bzw. 17 bzw. 18 angeordnet. Die Gleichanschlüsse aller Gleichrichter sind in Serie mit einer Last 19 (Sensor-Meßeinheit und Sensor-Elektronik) verschaltet.

In **Fig. 5** ist eine zweite Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld dargestellt. Dabei ist der Resonanzkondensator 10 parallel zur Serienschaltung der Wicklungen 4, 5 zwischen den Wechselanschlüssen des Gleichrichters 13 angeordnet. Die weiteren Resonanzkondensatoren 11 bzw. 12 sind in gleicher Weise mit den Wicklungen 6, 7 bzw. 8, 9 zu Paral-

lel-Resonanzkreisen verschaltet.

In Fig. 6 ist eine dritte Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld dargestellt. Diese Ausführungsform ist speziell bei der Ausführungsform einer dreidimensionalen Wicklungsanordnung nach Fig. 1 mit zwei Wicklungen pro Schenkel des Kerns einsetzbar und führt zu einer Vereinfachung des Gleichrichters. Der Gleichrichter ist hierbei in Form einer Mittelpunktschaltung (centre tapped, centre-tap connection) unter Einsatz von zwei Dioden 20, 21 ausgebildet.

In Fig. 7 ist eine vierte Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld dargestellt. Dabei ist gezeigt, daß die elektrische Verbindung zwischen der Last 19 und den drei Gleichrichtern 13, 14, 15 auch in Form einer Parallelschaltung der Gleichanschlüsse der Gleichrichter erfolgen kann. Selbstverständlich ist sowohl die Serienschaltung der Gleichanschlüsse der Gleichrichter als auch die Parallelschaltung der Gleichanschlüsse der Gleichrichter auch bei der Mittelpunktschaltung nach Fig. 6 realisierbar.

In Fig. 8 ist eine fünfte Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld dargestellt. Dabei ist gezeigt, daß auch die Anzapfung zwischen den Wicklungen 4, 5 zum Betrieb als Transformator benutzt werden kann, um die Ausgangsspannung auf ein ausreichendes Niveau zu bringen. Dabei kann auch der Resonanzkondensator 10 an der Anzapfung und der Gleichrichter 13 am Endanschluß liegen. Des weiteren ist es auch möglich, zwei galvanisch getrennte Wicklungen (wie bei einem üblichen Transformator) zu verwenden.

9. Anordnung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch einen Serien-Resonanzkreis.

10. Anordnung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch einen Parallel-Resonanzkreis.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleichanschlüsse der Gleichrichter (13, 14, 15, 20/21) in Serie geschaltet sind.

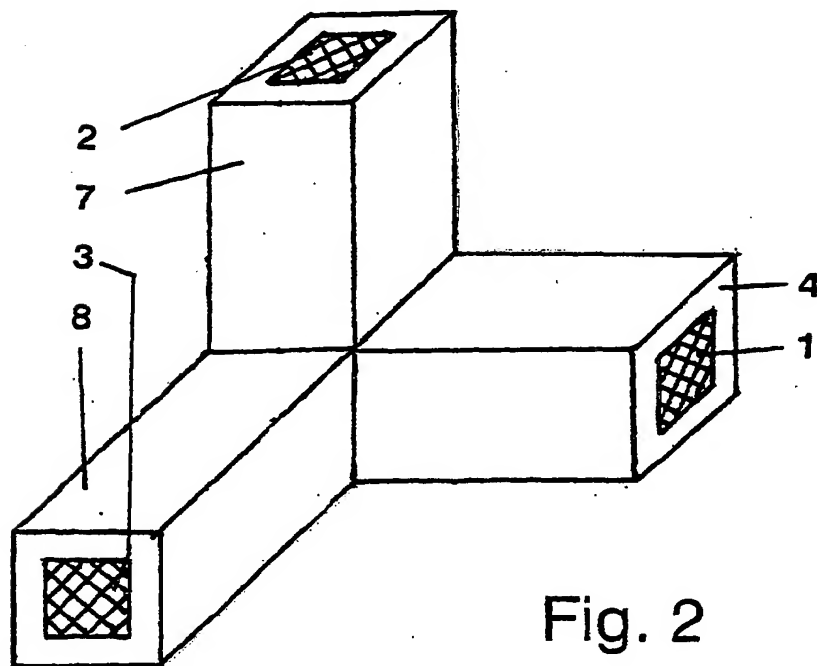
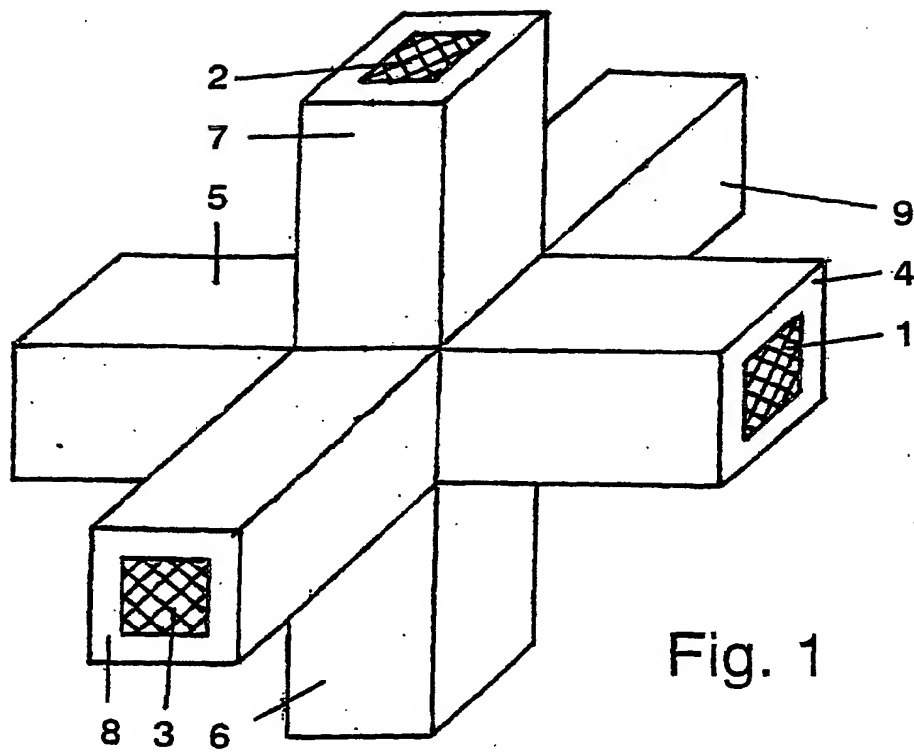
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleichanschlüsse der Gleichrichter (13, 14, 15, 20/21) parallel geschaltet sind.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungen transformatorisch benutzt werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld, **gekennzeichnet durch** eine dreidimensionale Wicklungsanordnung, gebildet aus einem zentralen Kern (1, 2, 3, 22) aus einem magnetisch wirksamen Material, auf welchem mindestens drei Wicklungen (4 bis 9, 23 bis 25) aufgebracht sind, deren Wicklungsachsen jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet sind und sich in einem gemeinsamen Punkt schneiden.
2. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen kubusförmigen Kern (22).
3. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen kugelförmigen Kern.
4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der kubusförmige Kern (22) oder der kugelförmige Kern Nuten zur Aufnahme der Wicklungen (23 bis 25) aufweisen.
5. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern aus drei zueinander jeweils rechtwinklig angeordneten Schenkeln (1 bis 3) gebildet ist, wobei auf jedem Schenkel mindestens eine Wicklung (4, 7, 8) aufgebracht ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Längsachsen der drei Schenkel (1 bis 3) in einem zentralen Punkt des Kerns schneiden und auf jedem Schenkel zwei Wicklungen (4 bis 9) symmetrisch zum zentralen Schnittpunkt aufgebracht sind.
7. Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede der mindestens drei Wicklungen (4 bis 9, 23 bis 25) mit einem Gleichrichter (13, 14, 15, 20/21) verbunden ist.
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß jede der mindestens drei Wicklungen (4 bis 9, 23 bis 25) mit einem Resonanzkondensator (10, 11, 12) zu einem Resonanzkreis verschaltet ist.



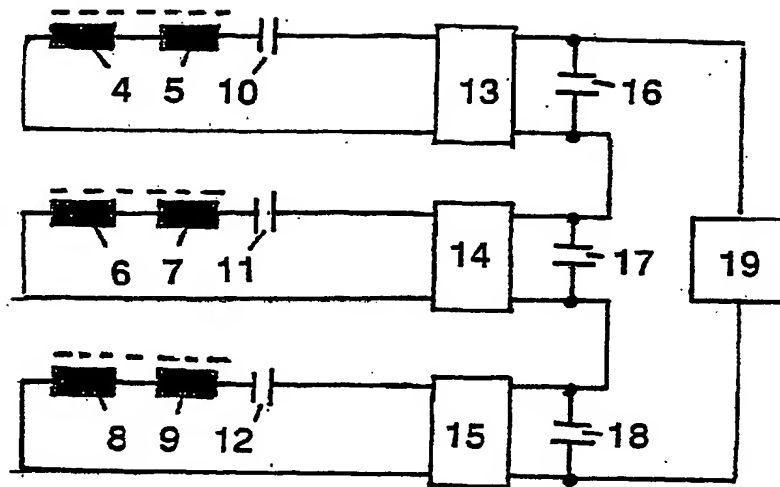


Fig. 4

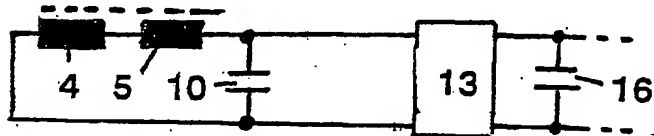


Fig. 5

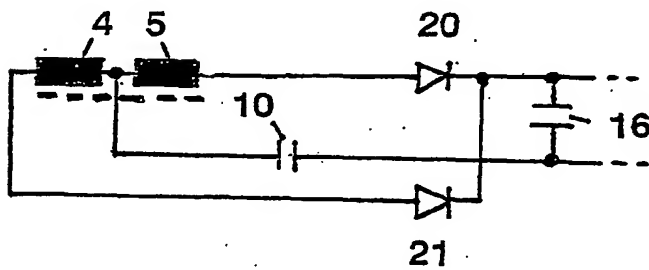
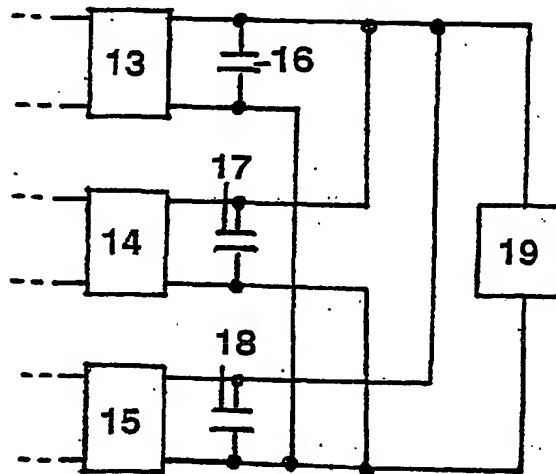


Fig. 6

Fig. 7



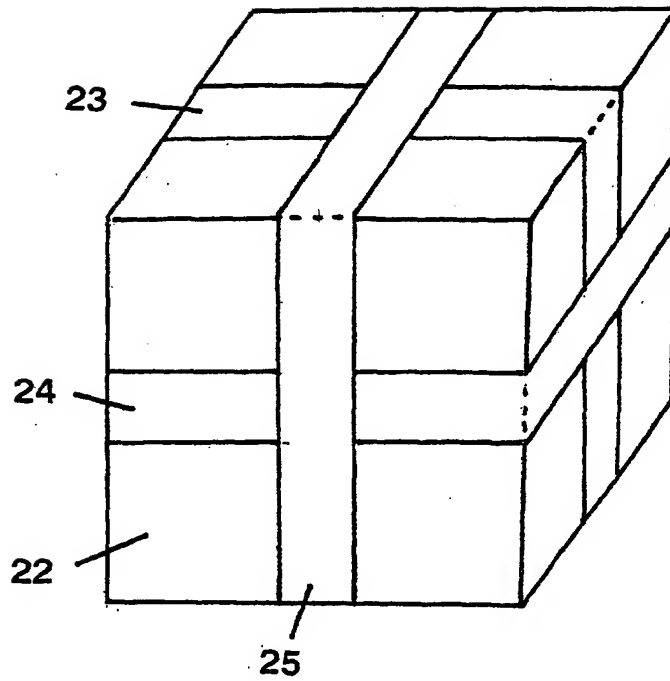


Fig. 3

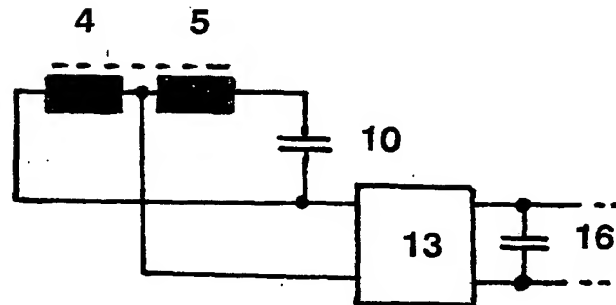


Fig. 8